



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

Институт двигателей и энергетических установок
Кафедра теории двигателей летательных аппаратов

Глава 6.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ УЗЛОВ ТУРБОКОМПРЕССОРА ТРДД

§ 6.1. Линия совместной работы

Для газогенератора с нерегулируемыми сечениями, без отбора мощности и воздуха, при сверхкритическом истечении газа из сопла и при условии, что характеристики узлов не зависят от условий эксплуатации, уравнение совместной работы узлов газогенератора [8] упрощается и принимает вид

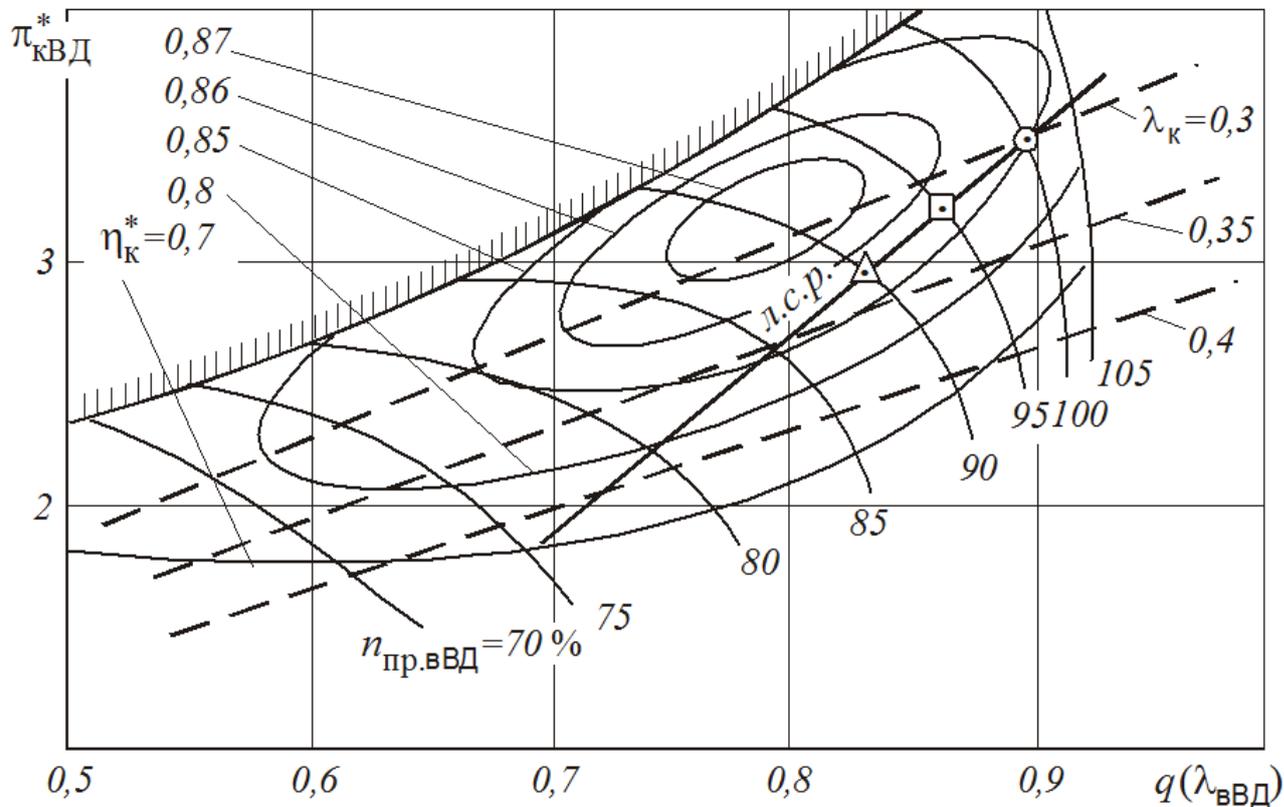
$$q(\lambda_{\text{ВВД}}) = \frac{\pi_{\text{КВД}}^*}{\sqrt{I_{\text{КВД}}}} \cdot C, \quad [8a]$$

где

$$C = A \cdot \sqrt{I_{\text{ТВД}} \cdot B_{\text{ВД}}} = \text{const}.$$

Уравнение [8a] представляет собой зависимость плотности тока $q(\lambda_{\text{ВВД}})$ от степени повышения давления в компрессоре $\pi_{\text{КВД}}^*$.

Линией совместной работы называют геометрическое место точек на характеристике компрессора, удовлетворяющее условию совместной работы всех узлов в системе выполненного ГТД.



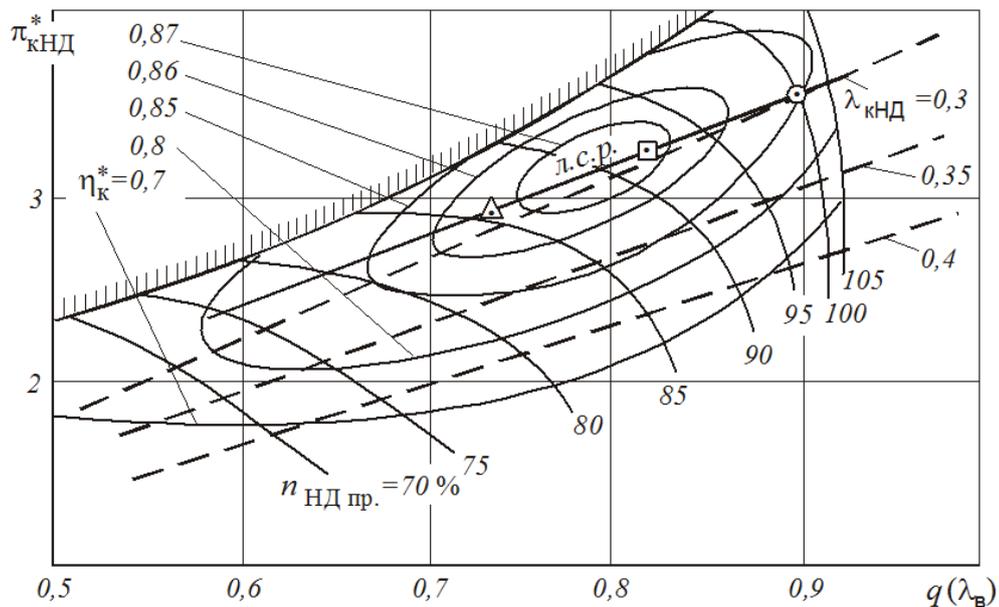
Линия совместной работы на характеристике компрессора ВД

Совместная работа узлов турбокомпрессора НД двухвальных двигателей описывается уравнениями [9], [10] и [11].

В уравнении [11] все величины, входящие в правую часть, постоянны для случая $\lambda_{С.КР}=1$ ($\pi_{тнд}^* = \text{const}$), за исключением отношения температур $T_{Г}^*/T_{ВВД}^*$. Это отношение, согласно [6], а также степень двухконтурности m при $\lambda_{С.КРП}=1$ [10а] однозначно определяются положением рабочей точки на характеристике компрессора ВД.

Для каждой рабочей точки на характеристике компрессора ВД по уравнению баланса мощности [11] можно рассчитать значение $I_{кнд}$ (а следовательно, $\pi_{кнд}^*$ при значении принятом КПД $\eta_{кнд}^*$), а по уравнению [9] – плотность тока $q(\lambda_{В})$. Полученные значения $\pi_{кнд}^*$ и $q(\lambda_{В})$ определяют положение рабочей точки на характеристике компрессора НД и величину КПД $\eta_{кнд}^*$.

Таким образом, каждой рабочей точке на характеристике компрессора ВД однозначно соответствует рабочая точка на характеристике компрессора НД, а положением линии совместной работы на характеристике компрессора ВД определяется положение соответствующей линии на характеристике компрессора НД.



Линия совместной работы на характеристике компрессора НД

Проделанный анализ позволяет установить, что из условия совместной работы узлов область возможного расположения рабочих точек на характеристиках каскадов компрессора сужается до одной линии. Для двигателя с одним управляющим фактором при сверхкритическом истечении газа из сопла положение линий совместной работы определяется характеристиками узлов данного двигателя и не зависит от других факторов, в том числе от высоты и скорости полета.

По положению линии совместной работы при заданном значении приведенной частоты $n_{пр}$ однозначно определяется критерий K_y , который характеризует запас устойчивой работы компрессора:

$$K_y = \frac{\left[\pi_k^* / q(\lambda_B) \right]_{зр}}{\left[\pi_k^* / q(\lambda_B) \right]_{лср}} .$$

Запасом устойчивой работы называют величину $\Delta K_y = (K_y - 1) \cdot 100\%$.

Величина ΔK_y зависит от многих факторов, которыми определяется положение рабочей точки на характеристике компрессора, а также от факторов, которые влияют на положение границы помпажа. С другой стороны, запасы ΔK_y , характеризующие газодинамическую устойчивость двигателя, нормируются и не должны быть меньше определенного значения $\Delta K_{y \min}$. Обеспечению запасов уделяется много внимания в процессе проектирования и доводки двигателя.